

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **02062090 A**(43) Date of publication of application: **01.03.90**

(51) Int. Cl.

**H01S 3/18**(21) Application number: **63213977**(22) Date of filing: **29.08.88**(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**(72) Inventor: **SERIZAWA AKIYUKI  
MATSUI YASUSHI****(54) MANUFACTURE OF OPTICAL SEMICONDUCTOR DEVICE**

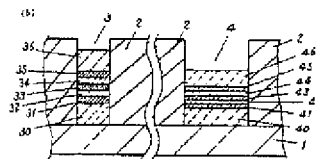
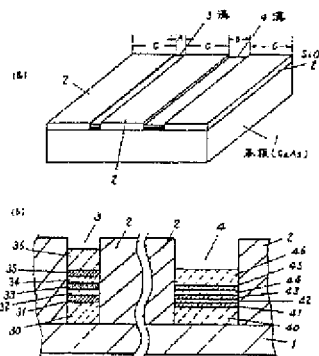
3, 4. Hereby, an optical device having a new structure is yielded by a new method of manufacture.

**(57) Abstract:**

COPYRIGHT: (C)1990, JPO&amp;Japio

**PURPOSE:** To obtain an optical device having a new structure and by a new method of manufacture by controlling a growing speed or a film thickness by changing the rate between an area of an exposed portion of a substrate crystal and an area covered with a film difficult to grow.

**CONSTITUTION:** Exposed grooves 3, 4 in a GaAs substrate layer each have a width of  $\mu\text{m}$  order, satisfying a relation the width  $B >$  the width  $A$ . A GaAs, AlGaAs superlattice layer is grown on the substrate by an organic metal vapor phase growing method for example. Because of the relation  $B > A$ , the superlattice layer is grown to be thicker at the portion of the groove 3 than at the portion of the groove 4. Further, a growing period of the superlattice is shorter along the groove 4 compared with the groove 3, i.e., longer as it goes narrower. Hereby, superlattice layers having different optical characteristics are simultaneously formed. Thus, layers having different refractive indexes and band gaps, etc., are well controllably and simultaneously formed along the different width grooves



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-62090

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>  
H 01 S 3/18

識別記号 庁内整理番号  
7377-5F

⑬ 公開 平成2年(1990)3月1日

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全6頁)

⑭ 発明の名称 光半導体装置の製造方法

⑰ 特 願 昭63-213977

⑱ 出 願 昭63(1988)8月29日

⑲ 発 明 者 芹 澤 皓 之 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
⑳ 発 明 者 松 井 康 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
㉑ 出 願 人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地  
㉒ 代 理 人 弁理士 栗野 重孝 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

光半導体装置の製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 結晶基板上に、化合物半導体結晶が成長しにくい膜を形成し、前記膜の一部を除去して前記結晶面を複数箇所露出させ、気相成長法にて前記複数の露出結晶面上にそれぞれ複数層の化合物半導体結晶層を同時に形成し、前記複数の露出箇所の基板露出部の面積と前記結晶しにくい膜の面積にて前記複数露出箇所に成長する前記半導体結晶層の成長速度を制御し、前記複数露出箇所に、膜厚が異なり光学特性の異なる前記半導体結晶層を形成することを特徴とする光半導体装置の製造方法。

(2) 複数箇所が異なる幅を有するストライプ状の露出部よりなり、前記複数箇所に膜厚の異なる活性領域を形成し、前記基板上に波長の異なる複数の半導体レーザを形成することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光半導体装置の

製造方法。

(3) 複数箇所が異なる幅を有するストライプ状の露出部が直列状に接続されたものであり、前記露出部に、量子サイズ効果を有する単層あるいは多層構造の超格子膜よりなる半導体レーザの活性領域を、気相成長法にて形成することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光半導体装置の製造方法。

(4) 基板結晶上の化合物半導体の成長しにくい膜がSiとOの化合物あるいはSiとNの化合物であり、化合物半導体の気相成長法が有機金属気相成長法あるいはハロゲン化物気相成長法であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光半導体装置の製造方法。

(5) 半導体レーザと他の光部品との間の結合光導波路部を特許請求の範囲第1項記載の方法にて形成し、半導体レーザを含む複数の薄膜光部品のモノリシック集積化回路を作製することを特徴とする光半導体装置の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

## 産業上の利用分野

本発明は同一基板上に一度の結晶成長で膜厚の異なる複数の領域を形成するもので半導体レーザ、発光ダイオード、光導波路などの光半導体装置の作製法に関する。

## 従来の技術

同一基板上に一度の結晶成長で膜厚の異なる層を形成する方法としては半導体レーザなどの化合物半導体デバイスを作製するとき用いる液相成長法がある。第6図に代表的な半導体レーザの構造を示す。レーザの製法上で説明する。51は基板InP、52はInPバッファ層、53はInGaAsP活性領域、54はp-InPクラッド層であり、基板上に順次液相成長法にて成長される。このような成長基板に、凹部ストライプ50、51を形成し、次にp-InP55、n-InP56、p-InP57の各層を成長させて埋込み型の半導体レーザが構成される。この時Inを溶媒として用いるこの液相成長法においては凹部50、51、凸部58、59の部所及び形状により、成長スピードが異なる。

## 課題を解決するための手段

本発明の光半導体装置の製造方法は、結晶基板上に、化合物半導体結晶が成長しにくい膜を形成し、前記膜の一部を除去して前記結晶面を複数箇所露出させ、気相成長法にて前記複数の露出結晶面上にそれぞれ複数層の化合物半導体結晶層を同時に形成し、前記複数の露出箇所の基板露出部の面積と前記結晶しにくい膜の面積にて前記複数露出箇所に成長する半導体結晶層の成長速度を制御し、前記複数露出箇所に、膜厚が異なり光学特性の異なる前記半導体結晶層を形成するものである。

また、複数箇所が異なる幅を有するストライプ状の露出部よりなり、前記複数箇所に膜厚の異なる活性領域を形成し、前記基板上に波長の異なる複数の半導体レーザを形成する。さらにまた複数箇所が、異なる幅を有するストライプ状の露出部が直列状に接続されたものであり、前記露出部に量子サイズ効果を有する単層あるいは多層構造の超格子膜よりなる半導体レーザの活性領域を、気相成長法にて形成する方法も提供するもので、半

り、InP層57は厚さにも起因するがほぼ表面が平坦化された構造となる。

## 発明が解決しようとする課題

一般的に液相成長法においては狭い凹部ほど成長スピードが速く、狭い凸部ほどそのスピードは遅い。

このように液相成長法は形状によって膜厚をかえることは可能だが高精度に制御することは困難である。一方、蒸着、スパッタ等での膜形成法は膜厚制御は可能だが形状効果を持たすことはむずかしい。従って、現在化合物半導体を用いたレーザ、光導波路、光集積回路などのデバイス作製は主に液相成長法が使われているが、膜厚の制御性に乏しく、量子閉戸構造の形成に代表されるように、高性能化、集積化などを行なう上での課題であった。

そこで、本発明は薄膜単結晶の膜厚の制御性を高め、半導体レーザを中心とする化合物半導体光デバイス作製法を改良し、高性能化や光集積化に適用しようとするものである。

半導体レーザを含む複数の薄膜光部品のモノリシック集積化回路の作成も行う。

## 作用

本発明は有機金属気相成長法やハライド系気相成長法などの気相よりの結晶成長法が基板単結晶の上に形成されたSiO<sub>2</sub>膜などの結晶成長しにくい部分と基板結晶露出部の面積や幅の割合によって結晶成長速度に大きな差異があることを見出し、またたとえば0.1μm以下の薄い結晶膜においては特に制御性良く成長が可能であるので、本結晶成長法と量子効果が現われる超格子構造とを組み合わせる新たな光デバイス作製法を見出したもので、半導体レーザ、光導波路付レーザ、外部共振器レーザ、多波長レーザなどを作製できる。

すなわち、本発明における結晶成長法は基板結晶の一部を結晶成長しにくい膜でおおふと、気相中の結晶成長成分元素の濃度が増加し、基板単結晶露出部に優先的に結晶化し成長スピードを速めるものであり、基板結晶の露出部面積と、成長しにくい膜でおおわれている面積の割合をかえるこ

とて成長スピードすなわち膜厚を制御するものである。さらに、超薄膜である量子サイズ効果をもつ超格子形成に適用することによって、実効的な屈折率または実効的なバンドギャップを変化させて新たな構造および製法の光デバイスを得ることができる。

#### 実施例

本発明の第1の実施例を第1図に示す。斜視図と拡大した断面構造を示す。図において、1は基板単結晶GaAs、2はその上に結晶成長が起りにくいSiO<sub>2</sub>層であり、幅Gは同一である。基板GaAs層の露出した溝3、4は各々μmオーダーの幅をもち、 $B > A$ なる関係をもっている。このような基体上に、たとえば有機金属気相成長法(MOCVD法) [(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>Al, (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>Ga, AsH<sub>3</sub>]にて、GaAs、AlGaAsの超格子層を成長させる。溝3、4に超格子層は約数十Åから数百Åの膜厚のGaAs 30、32、34、36、40、42、44、46とAlGaAs 31、33、35、41、43、45を交互に成長させたものである。B > Aの関

係からこのように成長させた超格子層は溝4の部分よりも溝3の部分の方が厚く成長し、なおかつ超格子部分の成長周期は溝4の方が短く、溝3の方の方が長くすなわち幅が狭いほど長くなっており、異なる光学特性を有する超格子層が同時に形成される。なお結晶層はSiO<sub>2</sub> 2上にはほとんど成長しない。こうして、幅の異なる溝に、屈折率、バンドギャップ等の異なる層を制御性良く同時に形成することが可能となる。

第2図に第2の実施例を示す。基板GaAs 1上にSiO<sub>2</sub>膜2A、2Bが形成され、溝3、4が形成されている。第1の実施例と異なり、溝3、4の幅dは同じであるが、溝を形成しているSiO<sub>2</sub>膜2A、2Bの幅e、fが異なっている。このような基体上に第1の実施例と同様にMOCVD法にてGaAsとAlGaAsの超格子を成長させるとSiO<sub>2</sub>幅の広い溝3の方に厚く成長し、SiO<sub>2</sub>幅の狭い溝4の方の方が薄く成長する。さらに、超格子層の周期はストライプの溝状の幅は同じでもSiO<sub>2</sub>幅の広い溝の方の方が長い成長周期となる。

第1、第2の実施例に示されているように、結晶面上の結晶面が露出している面積又はそれを取りまくSiO<sub>2</sub>等の結晶成長しにくい膜の面積の割合によって結晶成長の速度が違い、同一基板上に成長膜厚の違う領域を同時に制御性良くつくることができる。本実施例はSiO<sub>2</sub>を使用したが生Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>などの窒化膜や他の酸化物誘電体においても同様な効果を持たせることができる。また、GaAsだけでなく、InP系材料においても同様な効果を持たすことができる。

第3図は第3の実施例である。1はGaAs基板、2はSiO<sub>2</sub>である。SiO<sub>2</sub>2のカバーの幅および成長ストライプ部3の形状を直線的でなく、幅に差をもたせて(部分的に異ならせて)平面的に段差をもたせたものである。SiO<sub>2</sub>のストライプ幅の異なる部分5は階段状に変化している。このようなGaAs基体1上に成長されたGaAs/AlGaAs超格子構造は溝3部と溝4部を比較すると実施例1および2で述べたように、溝3部は厚く成長し、溝4部は薄い。なおかつ、溝3の部分の周期長は溝

4の部分の周期長より長い。従って、溝3の部分と溝4の部分ではバンド構造が異なり、溝3の部分に成長した層の実効的バンドギャップより、溝4の部分に成長した実効的バンドギャップの方が大きくなる。このバンドギャップの差、即ち、GaAs/AlGaAs多重構造の厚さと周期長の制御は同一基板上においてはSiO<sub>2</sub>のストライプ幅、溝の幅およびSiO<sub>2</sub>のおかれる面積と溝の面積を考慮することで可能となる。

第4図は、第4の実施例すなわち第3の実施例を利用した外部共振器型半導体レーザである。第4図(a)は本レーザ構造例の斜視図であり、第4図(b)は活性領域6を通る断面図である。GaAs基板1の上にGaAs/AlGaAsの量子井戸構造を含む多層構造エピタキシャル成長を行なう。この時、基板上に、第3図に示すようなストライプ幅の異なるSiO<sub>2</sub>マスクを用いてMOCVD法にて結晶成長を行なう。SiO<sub>2</sub>マスクを除去した後再度、n-AlGaAs埋込み層7、p-AlGaAs埋込み層8を成長させ、その上にp-GaAs電極層9が形

成される。10, 11はpおよびn層への電極である。活性領域 $\theta$ ( $\theta A$ ,  $\theta B$ )の幅が変化している所で溝12が形成される。活性領域 $\theta$ は第3図に示すような成長時の量子井戸構造におけるGaAs層とAlGaAs層の厚さと周期が異なるため実効的なバンドギャップに差を持たすことが可能となる。この場合領域 $\theta A$ の方が領域 $\theta B$ に比べて実効的なバンドギャップは小さくしておく。今、電極10, 11間に電流を注入すると領域 $\theta A$ で発光する。このとき発光する光波長スペクトルの中心は光導波路部となる領域 $\theta B$ の実効的なバンドギャップより小さくなる。従って、同一組成で領域 $\theta A$ ,  $\theta B$ の構造をつくったときに比べて、光導波路部となる領域 $\theta B$ での吸収は極端に小さくすることができる。両端面を劈開することで共振器を構成することが可能であり、外部共振器構成の半導体レーザが構成される。従来このような半導体レーザを構成する場合には発光領域と導波領域とは別々の組成のものを別々に成長させる必要があり、成長回数が多くなるばかりか発光活性領

域と光導波路部の結合部を一致させることが非常に困難であり、再現性よく低しきい値で狭スペクトル線巾のレーザをつくるのが困難であった。本発明の方法の採用により、成長回数が少なく、特性のよいモノリシックな外部共振器型半導体レーザが実現される。本実施例は埋込み型半導体レーザで劈開面共振器で説明したが、他のどのようなレーザ構造でも適用可能であり、また、共振器も回折格子型の分布反射型にも適用できることは言うまでもない。

さらに、光回路の集積化において、半導体レーザと光導波路のモノリシックな結合が必要要素技術となっていく。半導体レーザと他の光部品(光スイッチ, 方向性結合器, 受光素子, 分岐器)などの間の導波路結合に本実施例を適用することは有効である。例えば活性領域 $\theta A$ の上部に回折格子を設け、DFB型レーザとし、領域 $\theta B$ を他光部品の接続としての光導波路とすることができる。

第5図に第5の実施例を示す。第5図は半導体レーザの構造の斜視図および第一層エピ成長時の

基板平面図とその断面を示す。1はGaAs基板であり、20, 25は第1の実施例および第2の実施例で示した方法にて作製された活性領域であり、21, 22はAlGaAs埋込み層、23はSiO<sub>2</sub>絶縁膜、24, 26は電極、27は分離溝を示す。第5図(b)に示すように、GaAs基板1上に幅の異なる溝3, 4を有するSiO<sub>2</sub>層2を形成し、MO-CVD法にてGaAsバッファ層, AlGaAsクラッド層, GaAs/AlGaAs超格子層, p型AlGaAsクラッド層を順次形成してストライプ幅の異なる活性領域20, 25を形成する。領域20, 25に形成される超格子層は溝3, 4のストライプ巾, SiO<sub>2</sub>の面積の違いによって厚さと周期が異なり実効的なバンドギャップが異なってくる。次に成長炉よりとり出してSiO<sub>2</sub>を除去し、エッチングにて活性領域を整形し、再度MO-CVD法や液相成長法にてn型, p型のAlGaAs埋込み層21, 22を形成し、さらに、SiO<sub>2</sub>絶縁層23, 電極24, 26, 分離溝27を形成し、領域20, 25を活性領域とする半導体レーザが構成される。2つの

レーザは活性領域の超格子周期長が異なるために、各々発振する波長スペクトルが異なり、同一基板上に2波長のレーザが構成される。通常2波長の半導体レーザを構成する場合は最低限3回の結晶エピタキシャルプロセスを必要とするが本発明の方法では2回のエピタキシャル工程で埋込み型レーザを構成することが可能である。本実施例では2波長であるが3波長, 4波長……等複数波長を同一基板上に2回のエピタキシャル成長のみで埋込み型半導体レーザを形成することが可能である。

本発明の実施例としてはGaAs基板上AlGaAsとGaAsの超格子構造をあげたが、InP基板上のInGaAsP, GaAs基板上のAlGaInPなどⅢ-V族半導体に適用できることは言うまでもない。また、Ⅲ-V族等の化合物半導体全体にも適用できる。実施例においてはMO-CVD法にて説明したがGaCl<sub>3</sub>, AlCl<sub>3</sub>, AsH<sub>3</sub>を用いたハロゲン化物気相成長法においても同様の選択成長の効果を有している。

発明の効果

以上のように本発明によって、

- 1、異なるバンドギャップ、異なる屈折率をもつ結晶を一回の成長で同時に形成できる。
  - 2、複数波長レーザが一回の活性領域の成長で作製可能である。
  - 3、外部共振器レーザのモノリシック化、高効率化が一回の活性領域の成長ではかることができる。
  - 4、半導体レーザと他の光部品との結合が容易にできるなどの特長を発揮することが可能となる。
- 4、図面の簡単な説明

第1図(a)、(b)は本発明の一実施例の方法におけるエピタキシャル結晶成長基板の斜視図およびその断面拡大図、第2図(a)、(b)はエピタキシャル結晶基板断面図、第3図(a)はSiO<sub>2</sub>カバーストライプ幅の異なる結晶基板の平面図、同(b)は同(a)のY-Y'線断面図、同(c)は成長後の要部断面図、第4図(a)、(b)は外部共振器型レーザの構造斜視図、断面図、同(c)はその詳細断面図、第5図(a)は半導体レーザアレイの斜視図、同(b)は同(a)の成長前の

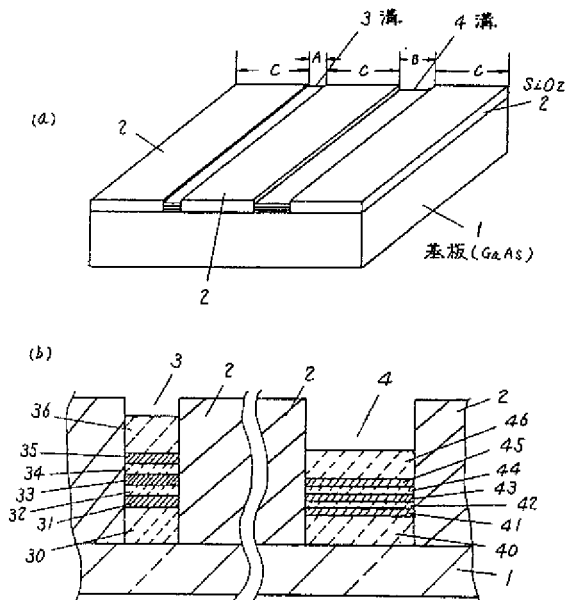
基板の平面図、同(c)は同(b)のY-Y'線断面構造図、第6図は従来構造の半導体レーザの断面図である。

1.....GaAs基板、2.....SiO<sub>2</sub>、3、4.....溝、30、32、34、36、40、42、44、46.....GaAs、31、33、35、41、43、45.....AlGaAs。

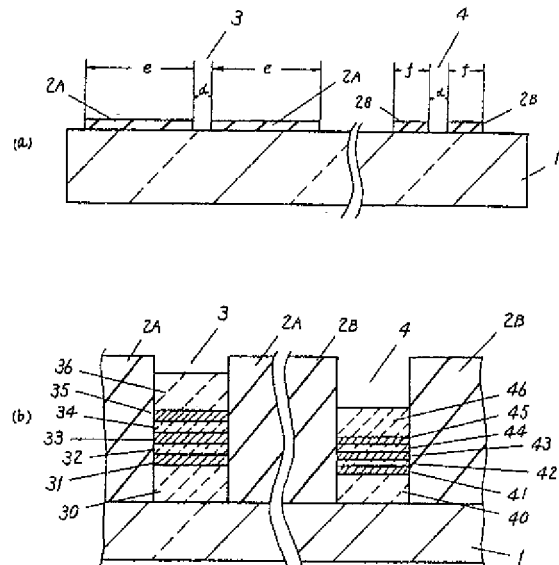
代理人の氏名 弁理士 栗野重幸ほか1名

30, 32, 34, 36, 40, 42, 44, 46 --- GaAs  
31, 33, 35, 41, 43, 45 --- AlGaAs

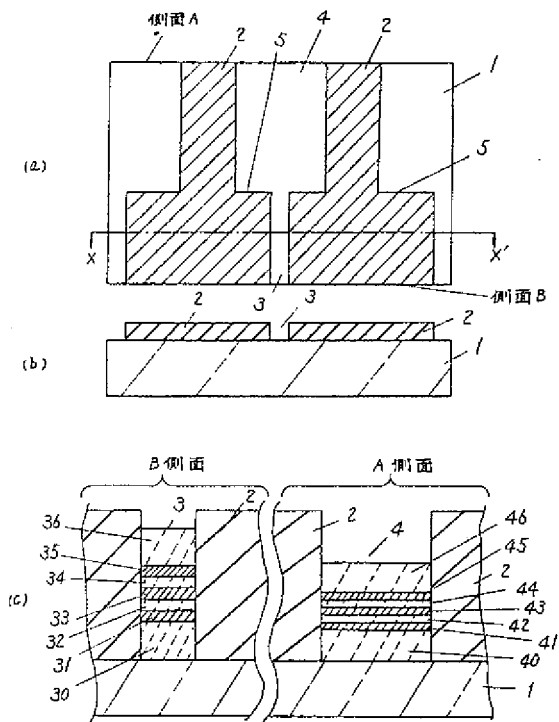
第1図



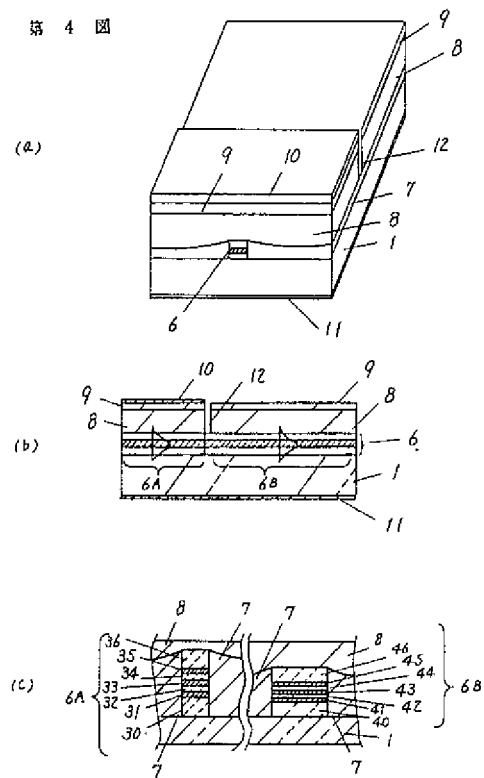
第2図



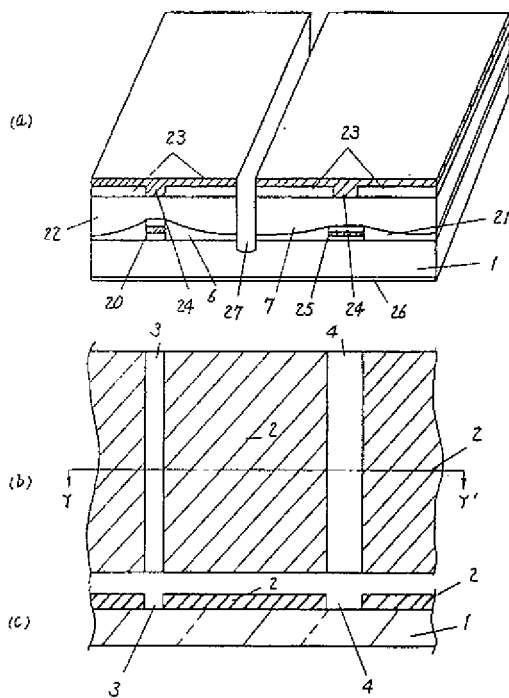
第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖

